

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307431

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20  
H01L 21/3205

(21)Application number : 10-113597

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 23.04.1998

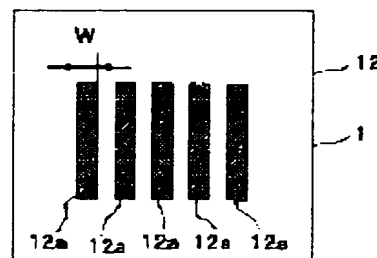
(72)Inventor : KAMIYA MASAYUKI

## (54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To achieve exposure of a wire pattern having a target width, by detecting a fluctuation amount of a focus position in accordance with a difference between widths of two wire patterns, and detecting a fluctuation amount of an exposure amount in accordance with a difference between a width of at least one of the wire patterns and a predetermined width of a wire.

**SOLUTION:** As a management pattern 1, a first management pattern 12 is provided, in which wire patterns 12a are densely exposed with regular spaces, and a second management pattern is provided, in which wire patterns are roughly exposed. As in the case of the first and second management patterns, when sensitivity fluctuates due to different wire patterns, a width of a wire is not affected. However, when a focus changes, an error appears in a width of a wire. Therefore, by using the error, a correction amount is fed back to exposing conditions. Namely, in order to correct fluctuation of a wire width of the wire pattern, a focus and/or exposure amount is controlled so as to correct an error of a wire width of the wire pattern.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307431

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 2 G

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

H 0 1 L 21/3205

H 0 1 L 21/30

5 1 6 D

21/88

B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平10-113597

(22) 出願日

平成10年(1998)4月23日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 神谷 雅之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

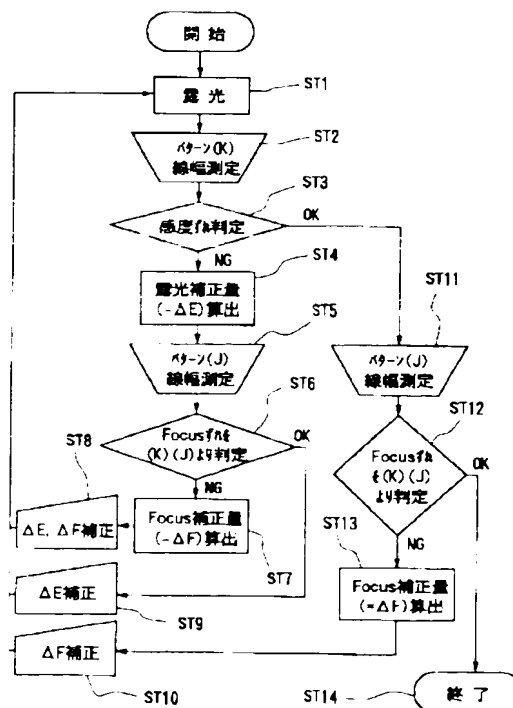
(74) 代理人 弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置の配線パターンの配線幅を目標とする寸法となるように露光するのに最適な補正量を事前に算出することなく、焦点位置及び感度のそれぞれの変動を分離検出して露光条件を補正することで目標とする配線幅の配線パターンを露光することができる半導体装置の製造方法を提供すること。

【解決手段】 半導体基板WHへの露光量の変動が配線幅Wに影響を与え、半導体基板WHに露光する際の焦点位置の変動が配線幅Wに影響を与えないように配置されている配線パターンを有する第1露光管理パターン18と、露光量及び焦点位置のそれぞれの変動が配線幅に影響を与えるように配置されている配線パターンを有する第2露光管理パターン16とを半導体基板WHに露光して、露光された配線パターンの配線幅を計測して焦点位置及び露光量の変動量を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め決められた回路を構成する配線パターンを半導体基板に形成するために露光条件を修正して露光することによって半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、

一定の間隔となるように配置され、半導体基板への露光量の変動が配線幅に影響を与え、半導体基板に露光する際の焦点位置の変動が配線幅に影響を与えないように配置されている配線パターンを有する第1露光管理パターンと、第1露光管理パターンの配線パターンとは異なる間隔で配置され、露光量及び焦点位置のそれぞれの変動が配線幅に影響を与えるように配置されている配線パターンを有する第2露光管理パターンとを半導体基板に露光する第1ステップと、

第1管理露光パターン及び第2管理露光パターンによって基板上に露光された第1配線パターン及び第2配線パターンそれぞれの配線パターンの配線幅を測定する第2ステップと、

第1配線パターン及び第2配線パターンのそれぞれの配線パターンの配線幅の差に基づいて焦点位置の変動量を検出する第3ステップと、

第1配線パターン及び第2配線パターンの少なくとも1つの配線パターンの配線幅と、本来露光されるべき予め設定された配線幅との差に基づいて露光量の変動量を検出する第4ステップとを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項2】 第2露光管理パターンは少なくとも1本の配線パターンを露光する種な露光パターンであり、第1管理パターンは第2配線パターンより配線パターンが密に配置されている請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項3】 第1配線パターン及び第2配線パターンのそれぞれの配線幅の差に基づいて焦点位置を補正する第5ステップと、

第1配線パターン及び第2配線パターンの少なくとも1つの配線パターンの配線幅と、本来露光されるべき予め設定された配線幅との差に基づいて露光量を補正する第6ステップと、

を有する請求項1に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項4】 第5ステップでは、第3ステップで測定された焦点位置の変動量から予め用意されたテーブルに基づいて補正量を決定して焦点位置を補正する請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項5】 第6ステップでは、第4ステップで測定された露光量の変動量から予め用意されたテーブルに基づいて補正量を決定して露光量を補正する請求項3に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【00001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、例えば予め決め

られた回路を形成する配線パターンを半導体基板に露光して半導体装置を製造する半導体装置の製造方法に関するものである。

【00002】

【従来の技術】 今日、電子機器に内蔵されており、電子回路を有する半導体装置としてのIC（Integrated Circuit）は、電子機器の小型化や高性能化に欠かせない存在となっている。ICは、予め決められた回路を露光するための露光パターンを例えばシリコン等を材質とする半導体基板に露光して配線パターンを形成した後、現像工程等、所定の工程を経てICが製造される。この配線パターンの形成においては、配線パターンの配線幅を目標とする配線幅に仕上げるために製造時に変動する半導体基板までの距離としての焦点位置（以下、フォーカス（Focus）という）及び感度変動量の補正量（以下、感度は、例えば露光量を補正することで補正するものとする）を露光装置にフィードバックして露光条件を最適なものとする必要がある。

【00003】 従来の露光方法としては、回路を構成する配線パターンを露光するための露光条件を決定するために、製品としてのICを製造する前にテストサンプル露光を行う方法が採られている。この方法では、事前に露光装置のフォーカス及び露光エネルギー（以下、露光量という）を段階的にずらしながら変動させたフォーカス及び感度変動量を算出して最適な補正量を算出しておく作業（以下、「条件出し」という）が必要であった。製造工程においてこの条件出しを行うことは、工数の増加を伴いTAT（Turn Around Time）の悪化を生む原因となっていた。

【00004】 また、別の露光方法としては、TATの悪化を避けるために前述した条件出しを行わない方法がある。この方法では、過去に製造されたロット毎の露光量と配線パターンの露光後の（仕上がり）配線幅を監視することによって、感度変化の傾向を管理して製造される半導体装置の露光条件を予測することで露光条件を決定している。

【00005】 図12は、更に別の従来の露光方法を説明するフローチャートである。従来の露光方法では、まず、半導体基板上に所定の配線パターンを有する露光パターンが露光される（ステップS121）。露光された配線パターンの配線幅が計測される（ステップS122）。本来露光されるべき配線幅と実際に露光された配線幅との誤差を検出して感度ずれを判定する（ステップS123）。感度ずれがなければ（OK）終了し（ステップS126）。感度ずれがあれば検出した誤差から露光補正量（以下）を算出する（ステップS124）。この露光補正量（以下）によって露光量を補正する（ステップS125）。

【00006】 この露光方法による補正に従って傾向管理を行うと、この感度変化の傾向の管理において規格外の

配線幅の変動が確認された場合（例えば図11中の101及び102）に露光後の配線パターンにおける目標とする配線幅（図14の目標線幅）に追い込むため、予め把握している露光量対配線幅特性から露光量を算出する。そして、露光装置にその補正値をフィードバックして露光条件を変更して対処する。また、露光後の配線パターンに配線幅において規格外の変動がなくても、製造された半導体装置の配線幅を測定することによって傾向管理することで微補正する場合においても、露光量にて補正を行っていた。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この露光方法を採用すると、配線幅の誤差を露光量を変更することのみで補正するため、フォーカスの変動に対して何ら対処できず、以下に示すような問題が発生する。図13（A）は、感度とフォーカスが同時に変動した場合の配線パターンの仕上がりが配線幅特性を示す。図13

（B）は、感度とフォーカスが同時に変動した場合に対して、露光量を補正することのみで対応した場合の配線パターンの補正後の仕上がりが配線幅特性を示す。

【0008】図13（A）及び図13（B）において横軸方向はフォーカスを示し、縦軸方向は配線幅（線幅）を示す。図12の従来の露光方法による補正では、露光量 $\Delta E$ のみの補正であるため、結果として図13（B）に示されるように疎なパターンは目標線幅に追い込まれているが、管理されていない密なパターンは線幅規格上限値を越えてしまう。また、目標線幅に追い込んだ疎パターンについても、フォーカスずれが発生した状態のままであるため、フォーカス対配線幅の特性の変化が激しく、露光された配線幅の安定性に多大な影響を与える。

【0009】配線幅特性j、kは、仕上がりが配線幅の密集度が異なる2つの配線パターンについての配線幅特性である。配線幅特性jは配線パターンが疎な配置である場合の配線幅特性を示し、配線幅特性kは密な配置である場合の配線幅特性を示している。半導体装置を構成する半導体基板上には、実際には密集度の異なる配線パターンが混在して配置されている。よって、配線パターンの密集度の違いによって、フォーカスに対する配線幅の特性が異なる。

【0010】半導体基板に回路を露光するための転写パターンとしての露光パターンを半導体基板に露光したときには、配線パターンが図5（A）→図6（A）→図7（A）のように密集していくと、フォーカス対配線幅特性はそれぞれ図5（B）→図6（B）→図7（B）のように上向きの凸の特性が徐々に下向きの凸の特性に変化する。

【0011】フォーカスFが、図13（A）のように理想状態としてフォーカスF1からずれていた場合、配線幅特性jの変曲点でのX軸の位置が理想状態のフォーカスF1であるのに対して、製造された製品本体で実際

に露光されたフォーカスは縦軸方向、直線Fで示すようになる（以下、この直線を示すフォーカスをF1と記述した理想状態のフォーカスF1との差 $\Delta F$ を「フォーカスずれ」という）。

【0012】このため、疎な配線幅特性jと密な配線幅特性kにおいて露光後の仕上がりが配線幅に差が生じてしまう。この状態で露光量を露光補正量 $\Delta E$ で補正しても、配線幅特性j及び配線幅特性kは、図13（A）のグラフ内で縦軸方向（配線幅方向）で上下に推移するだけで、前述したフォーカスずれ $\Delta F$ による仕上がりが配線幅の差を解消することは不可能である。

【0013】この露光方法では、図13（B）のように配線幅特性jの特性のみ管理して、このため、補正後は、配線幅特性kのパターンがLSL（以下、配線幅規格上限値の略称として使用する。「LSL」は配線幅規格下限値として使用する）を越えて規格外となり、製造された製品の不良が発生した例もある。

【0014】また、フォーカスずれ $\Delta F$ の別の問題点としては、配線幅特性jは、図13（B）のように目標線幅に追い込まれているが、前述した理想状態の変曲点と比較してフォーカスの変化に対する配線幅の変化量が激しい領域W1（配線パターンの特性jが大きく傾いている）であり、フォーカスの変動に対して露光される配線パターンの配線幅の安定性が損なわれる。以上のような問題点は、フォーカスFの変動と感度の変動とを分離して補正することができないことに原因があった。

【0015】そこでこの発明は上記課題を解消し、半導体装置の配線パターンの配線幅を目標とする寸法となるように露光するのに最適な補正量を事前に算出することなく、焦点位置及び感度のそれぞれの変動を分離検出して露光条件を補正することで目標とする配線幅の配線パターンを露光し、さらに焦点位置及び感度の傾向を精度よく管理して配線パターンの密集度の異なる配線パターンを精度良く露光して半導体装置の生産効率を向上することができる半導体装置の製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的は、この発明にあっては、予め決められた回路を構成する配線パターンを半導体基板に形成するために露光条件を補正して露光することで半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、一定の間隔となるように配置され、半導体基板への露光量の変動が配線幅に影響を与え、半導体基板に露光する際の焦点位置の変動が配線幅に影響を与えないように配置されている配線パターンを有する第1露光管理パターンと、第1露光管理パターンの配線パターンとは異なる間隔で配置され、露光量及び焦点位置のそれぞれの変動が配線幅に影響を与えるように配置されている配線パターンを有する第2露光管理パターンとを半導体基板に露光する第1ステップと、第1管理露光パター

ン及び第2管理露光パターンによって露光された第1配線パターン及び第2配線パターンそれぞれの配線パターンに配線幅を測定する第2ステップと、第1配線パターン及び第2配線パターンのそれぞれの配線パターンの配線幅の差に基づいて焦点位置の変動量を検出する第3ステップと、第1配線パターン及び第2配線パターンの中から少なくとも1つの配線パターンの配線幅と、本来露光されるべき予め設定された配線幅との差に基づいて露光量の変動量を検出する第4ステップとを有することを特徴とする半導体装置の製造方法により達成される。

【0017】この発明では、予め決められた回路を構成する配線パターンを半導体基板に形成するために露光条件を補正して露光することで半導体装置を製造する半導体装置の製造方法であって、露光後の配線パターンが一定の間隔で配置され、半導体基板への露光量の変動が配線パターンの配線幅に影響を与え、半導体基板に露光する際の焦点位置の変動も配線幅に影響を与える第1露光管理パターンと、第1露光管理パターンとは異なる間隔で配線パターンが露光され、露光量及び焦点位置のそれぞれの変動が配線パターンの配線幅に影響を与える第2露光管理パターンとを半導体基板に露光する。次に第1管理露光パターン及び第2管理露光パターンによって露光された第1配線パターン及び第2配線パターンそれぞれの配線パターンの配線幅を測定する。そして、第1配線パターン及び第2配線パターンのそれぞれの配線パターンの配線幅の差に基づいて焦点位置の誤差を検出する。また、第1配線パターン及び第2配線パターンの少なくとも1つの配線パターンの配線幅と、本来露光されるべき予め設定された配線幅との差に基づいて露光量の誤差を検出する。これにより、半導体装置の配線パターンの配線幅を目標とする方法となるように露光するのに最適な補正量を事前に算出することなく、焦点位置及び感度のそれぞれの変動を分離して検出することができ

る。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、この発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、この発明の範囲は、以下の説明において特にこの発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0019】半導体集積回路を搭載した半導体装置（以下、IC（Integrated Circuit）という）を製造する方法の概略としては、以下のように行われる。まず、予め決定された仕様に基づいたレイアウト設計された露光パターンを作成する。この露光パターンは、露光装置によって半導体基板（以下、ウェハ-WHという）上に転写される（露光工程）。露光された基板上の配線パターンは、現像・エッチング工程、不純物拡

散工程、蒸着工程及び電気検査工程を経て1度が製造される。

【0020】以下、この発明の好ましい実施形態として、半導体装置の製造方法（上述した露光工程における露光方法）について説明する。図1は、半導体基板上に半導体集積回路が形成された様子を示す平面図である。図1は、図1の半導体基板上に形成された半導体集積回路を拡大した一例を示す平面図である。以下の説明では、

「露光パターン」とは露光装置によってウェハ-WH上に転写される回路のパターンを示し、「実回路パターン」とは露光パターンにより転写されたウェハ-WH上の1つの半導体集積回路（以下、集積回路という）のパターンを示し、「配線パターン」とはウェハ-WH上に転写される又は転写された回路のパターンの1本1本の配線を示す。また、「疎」とは隣り合う配線パターン同士が離れている又はないことを示し、「密」とは隣り合う配線パターン間の間隔が疎な配線パターンより狭いことを示す。

【0021】露光装置は、所定の露光条件に基づいてウェハ-WHの表面上に集積回路2を露光する。露光装置は、ウェハ-WH上に1度の露光で集積回路2の全てを露光することができないので、複数回に分割して露光する。ワンショットパターン4は、露光装置によって1度に露光される実回路パターン6の範囲を示している。この露光装置は、図2のように例えば4つの実回路パターン6等を1度に露光するものとして説明する。

#### 【0022】配線パターンの配置の粗密による配線幅（線幅）の誤差の検証

ワンショットパターン4には、図2のようにウェハ-WH上の集積回路2を構成する1つの集積回路としての実回路パターン6、実回路パターン6同士等の境界をなすスクライプライン8及び管理パターン1を有する。管理パターン1は、露光された後の配線パターンの配線幅が測定されて、露光条件を補正するために補助的に露光されるパターンである。管理パターン1は、例えばワンショットパターン4の四隅に4つとワンショットパターン4の中心に1つとが、実回路パターン6を重ねないように露光される。

【0023】管理パターン1としては、例えば少なくとも2つの補正用配線パターンとして図3（A）のように密に一定の間隔を設けながら配線パターン12aが露光される第1管理パターン12、及び図4（A）のように疎に配線パターン14aが露光される第2管理パターン14を用意する。ここで、第1管理パターン12及び第2管理パターン14は、管理パターン1として図2のワンショットパターン4の中にそれぞれ配置される1つ1つを示している。

【0024】第1管理パターン12は、図3（A）のように配線パターンが配線パターン12aが例えば一定の間隔を保有するように5本露光される。第1管理パター

ン12は、常に配線パターン12aが露光される露光パターンである。第1管理パターン12は、露光条件を変化してフォーカス(Focus)以下、露光条件の1つとしての焦点位置を示す用語として使用する。また、このフォーカスにおける理想状態からのずれを「フォーカスずれ」という。)が変動しても配線幅が図3(B)のように一定となる。一方、第1管理パターン12は、露光条件を変化して感度(以下、露光条件の1つであって、露光量により影響される露光条件を示すものとして用いる)が変動すると配線幅が図3(C)のようにマイナスの傾きを示す。

【0025】第2管理パターン14は、図4(A)のように配線パターン14aの配置が疎な管理パターンの一例として例えば1本の配線パターンが配置されている。第1管理パターン12は、配線パターン同士の配置間隔が十分広くなるように配置されている。第2管理パターン14は、露光の際の露光条件を変化して、フォーカスが変動すると配線幅が図4(B)のように上凸型の放物線となる。一方、第2管理パターン14は、露光の際の露光条件を変化して感度が変動すると、配線幅が図4(C)のようにマイナスの傾きを示す。

【0026】上述したことから、第1管理パターン12及び第2管理パターン14のように、それぞれ配線パターンの配置が異なることによって感度が変動した場合に配線幅には影響がないが、フォーカスが変動した場合に配線幅が誤差を生ずることかわかる。そこで、このような配線パターンの配置における粗さの違いによって配線幅の誤差が生ずることを利用して、この補正量を露光装置の露光条件にフィードバックさせることで、露光装置が安定した配線幅の配線パターンを露光するためにどのような管理パターン1を採用するべきかについて検証する。

#### 【0027】好適な管理パターンの検証

まず、上述したように配線幅を管理するために適切な管理パターン1を選択するために、例えば図5(A)、図6(A)及び図7(A)のように互いのそれぞれ異なる配置をしている管理パターン1の候補となるパターンを露光して配線パターンを形成させる。この時の製造条件は、以下のように設定している。

露光装置：RFPエキシマ・ステッパー(NA:0.50,  $\sigma$ :0.60)

ホトレジスト：SEPR-3404T(膜厚:0.7 $\mu$ m)

線幅管理パターン(管理パターン1)の配線幅:0.25 $\mu$ m

この発明の好ましい実施形態としての半導体装置の露光方法は、この3つの配線パターンから適切な例えば2つの管理パターン1を採用する。

【0028】図5(A)は、配線パターン16a、16b及び16cの配置が疎な第3管理パターン16(第2

露光管理パターン1)の一例を示している。図5(B)は、露光条件においてフォーカスが変動した第3管理パターン16の配線幅の特性を示している。図5(B)によれば、配線幅の変化は、フォーカスの変動に対して上に凸型となるような放物線を描いている。ここで、図5(B)のような特性を示す第3管理パターン16における配線パターン間の距離は、例えば0.27 $\mu$ mである。

【0029】図6(A)は、配線パターンの配置が密な第4管理パターン18(第1露光管理パターン)の一例を示している。図6(B)は、露光条件においてフォーカスを変動した第4管理パターン18の配線幅の特性を示している。図6(B)によれば、配線幅の変化は、フォーカスの変動に対して一定となっている。ここで、図6(B)のような特性を示すためには、例えば以下のような製造条件であることが望ましい。

露光量(感度)変動範囲:40 $\pm$ 4mJ/cm<sup>2</sup>

フォーカス変動範囲:Just-Focus(適正なフォーカス) $\pm$ 0.4 $\mu$ m

配線パターン間の距離:0.25 $\pm$ 0.02 $\mu$ m

また、図6(B)の特性が平坦であることの定義は、配線幅の変動が線幅管理パターンの寸法(配線幅)に対して $\pm$ 5%以下であることとする。第4管理パターン18における配線パターン間の距離は、例えば0.25 $\mu$ mである。

【0030】図7(A)は、配線パターン20a同士の配置が非常に密な第5管理パターン20の一例を示している。図7(B)は、露光装置によってフォーカスが変動した第5管理パターン20の配線幅の特性を示している。図7(B)によれば、配線幅の変化は、フォーカスの変動に対して下に凸型となるような放物線を描いている。ここで、図7(B)のような特性を示す第5管理パターン20における配線パターン間の距離は、例えば0.23 $\mu$ mである。

【0031】以上のような第3管理パターン16、第4管理パターン18及び第5管理パターン20のそれぞれの配線幅特性から、配線幅を安定化するための露光条件の補正方法としての露光方法について説明する。以下の説明では、例えばフォーカスの変動に対して配線幅が影響を受けやすい第4管理パターン18及びフォーカスの変動に対して配線幅が影響を受けやすい第3管理パターン16を採用して説明する。尚、この説明では第3管理パターン16を採用したが、代わりに第5管理パターン20を使用しても良いことはいうまでもない。

【0032】露光した配線パターンの配線幅の変動を補正するためには、露光装置の露光条件において、フォーカス及び $\sigma$ 又は露光量を制御することで配線パターンの配線幅の誤差を補正する必要がある。よって、この発明の好ましい実施形態としての露光方法では、配線パターンの配線幅の誤差を補正するのに、フォーカスを補正す

べきが、感度を補正するために露光量を補正すべきか又は両者を併用して補正すべきかを判別しなければならない。

### 【0033】露光した配線パターン16の配線幅における誤差原因の判別

図8は、露光装置によって100を製造した場合の各ロット毎の配線パターン16の配線幅を平均化した値を計測した結果を示している。図8では、横軸は各ロットナンバーを示し、縦軸は各ロット毎の配線幅を示している。この説明では、縦軸の目標線幅は、露光する配線パターン16の目標とする配線幅を示し、USLは配線幅規格上限値を示し、LSLは配線幅規格下限値を示す。

【0034】図8においては、ロットナンバー6及びロットナンバー10にて規格外となっていることがわかる。ロットナンバー6では、第3管理パターン16及び第4管理パターン18の配線幅においてほぼ同一の変化量であることがわかる。これは、前述したように第3管理パターン16及び第4管理パターン18の両方の配線幅に影響を与える感度が適切ではないために生じたものである。つまり、このロットナンバー6では、露光装置の露光条件において露光量 $\Delta E$ 分を補正することによって目標線幅に近づけることができる。

【0035】一方、ロットナンバー10では、第3管理パターン16の配線幅変動が第4管理パターン18の配線幅変動よりも大きいという特徴的な違いが発生している。第4管理パターン18において目標線幅からの配線幅変動量は、ロットナンバー6の説明で説明したように露光装置感度が原因である。しかし、ロットナンバー10では、さらにフォーカスの変動によって第3管理パターン16の配線幅が第4配線パターン18の配線幅より変動している。このため、露光装置の露光条件の1つとしての感度を補正すると共に、フォーカスを補正する必要がある。つまり、露光装置においてウェハWHに露光パターンを転写した時の配線パターン16の配線幅の誤差は、感度及び又はフォーカスの変動によるものである。つまり、これら両者を補正して露光を行わなければならない。

【0036】図9は、この発明の好ましい実施形態としての半導体装置の製造方法を示すフローチャートである。前述したようにレイアウト設計を経て、第3管理パターン16及び第4管理パターン18を含む管理パターン1を有する露光パターンが作成される。この露光パターンは、露光装置によってウェハWH上に転写される（ステップST1）。露光された例えば一例として第4管理パターン18の配線幅が、計測される（ステップST2）。

【0037】計測された第4管理パターン18の配線幅が図8のUSLからLSLまでの範囲内であるかを判定し（ステップST3）、範囲内であれば第3管理パターン16の配線幅を計測する（ステップST11）。フォー

カスずれを第3管理パターン18及び第3管理パターン16の配線幅により判定する（ステップST12）。フォーカスずれがなければ終了し（ステップST14）、フォーカスずれがあればフォーカスずれ $\Delta F$ を算出する（ステップST13）。そして、フォーカスずれ $\Delta F$ に基づいて、露光装置の露光条件としてのフォーカスを、フォーカスに対する配線幅の情報を格納する予め用意されたフォーカス対配線幅特性テーブルに基づいて補正する（ステップST10）。

【0038】一方、計測された第4管理パターン18の配線幅が図8のUSL及びLSLの範囲内になく感度ずれが生じていれば（ステップST3）、露光装置の露光条件の露光補正量 $\Delta E$ を算出する（ステップST4）。次に、第3管理パターン16の配線幅を計測する（ステップST5）。フォーカスずれを第4管理パターン18及び第3管理パターン16の配線幅により判定する（ステップST6）。

【0039】フォーカスずれがなければ露光補正量 $\Delta E$ を予め用意された感度に対する配線幅の情報を格納する感度対配線幅特性テーブルに基づいて補正し、（ステップST9）、フォーカスずれがあればフォーカスずれ $\Delta F$ を算出する（ステップST7）。露光補正量 $\Delta E$ に基づいて露光条件としての露光量をフォーカス対配線幅特性に基づいて補正し、フォーカスずれ $\Delta F$ に基づいて露光条件としてのフォーカスを感度対配線幅特性に基づいて補正する（ステップST8）。

【0040】このように露光装置において露光条件が補正されて露光される。ウェハWHは、現像・エッチング工程、不純物拡散工程、蒸着工程及び組立・検査工程を経て100が製造される。

【0041】以上、説明した露光方法によって露光された配線パターンは、次に示すような効果がある。以下、この発明の好ましい実施形態としての露光方法の効果等について図9～図11を用いて説明する。以下の説明では、代表として図10（A）、図10（B）、図11（A）及び図11（B）のようにそれぞれフォーカス対配線幅特性を示す図を用いて説明する。

【0042】図10（A）、図10（B）、図11（A）及び図11（B）は、それぞれ横軸はフォーカスを示し、縦軸は配線幅（線幅）を示す。この露光方法では、フォーカスはある1点にのみ固定して露光が行われているものとする。また、縦軸方向に延びている点線22は、露光装置において予め設定されたフォーカスを示しており、実際の露光時のフォーカス条件である。

【0043】図11中の17で示された部分が、実際の露光量とフォーカスとしての露光条件で露光されたものであり、点線22との切片の値が仕上がり配線幅（寸法）となり、図8で示される任意の1ロットの線幅結果と同義である。ここで、この露光方法の露光量が変動した場合には、図3（C）及び図4（C）に示されるのと

同様の特性に従って配線幅特性24、26が変化が現れる。

#### 【0044】感度変動のみが発生した場合

図10(A)は、感度変動のみが発生した場合のフォーカス対配線幅特性を示している。図10(B)は、感度変動のみが発生した場合の露光条件の補正後の結果についてのフォーカス対配線幅特性を示している。

【0045】感度が変動した場合には、従来の露光条件と同様の方法によって補正している。図10(A)において、目標線幅と実際に露光された配線幅の結果( )で示した所)に差が発生して線幅規格下限値を越えており、露光量による補正值 $\Delta D$ を補正すれば、図10

(B)のように示されるように密なパターンの特性K及び疎なパターン特性J共に上方向に推移し、目標線幅に追い込むことができる。

【0046】感度変動とフォーカス変動が発生した場合 図11(A)は、露光された結果の感度変動及びフォーカス変動が発生した場合についてのフォーカス対配線幅特性を示している。図11(B)は、露光された結果の感度変動及びフォーカス変動が発生した場合の露光条件の補正後の結果についてのフォーカス対配線幅特性を示している。

【0047】図11(A)は、露光された結果の感度変動及びフォーカス変動が発生した場合の配線パターンの配線幅特性についてのフォーカス対配線幅特性を示している。図11(B)は、露光された結果の感度変動及びフォーカス変動が発生した場合にフォーカスの補正值 $\Delta F$ と露光量の補正值 $\Delta D$ によって補正後の結果についてのフォーカス対配線幅特性を示している。

【0048】図11(A)のようなフォーカスの補正值 $\Delta F$ と露光量の補正值 $\Delta D$ を別々に検出してそれぞれ補正を行うため、疎な露光パターン及び密な露光パターン共に配線パターンの配線幅を目標線幅に追い込むことができる。また、従来、配線パターンの配線幅特性が悪かったフォーカスの変動に対しても補正を行うことでより安定した領域に推移させ、露光した配線パターンの配線幅の安定性を向上させることができる。

【0049】この発明の実施形態によれば、ウェハ-WHに露光パターンを露光する場合において、1回の配線パターンの配線幅を目標とする寸法となるように露光するのに最適な補正量を事前に算出することなく、フォーカスや感度が変動したときにこの変動量を別々に検出することができる。また、これらの検出結果によって別々に露光条件の補正を行うことができる。

【0050】ところでこの発明は上述した実施形態に限定されるものではない。上述した露光方法では、2つの管理パターンを使用しているが、3つ以上の管理パターンを用いてもよい。図9のフローチャートでは、フォーカス及び露光量それぞれが変動した場合には、露光量を先に検出しているがフォーカスを先に検出しても同様に補

正を行うことができる。また、この発明の好ましい実施形態としての半導体装置の製造方法は、予め決定された露光パターンを対象物に転写するような半導体装置の製造方法以外のものにも適用することができる。

#### 【0051】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、半導体装置の配線パターンの配線幅を目標とする寸法となるように露光するのに最適な補正量を事前に算出することなく、焦点位置及び感度のそれぞれの変動を分離検出して露光条件を補正することで目標とする配線幅の配線パターンを露光し、さらに焦点位置及び感度の傾向を精度よく管理して配線パターンの密集度の異なる配線パターンを精度良く露光して半導体装置の生産効率を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】集積回路が露光されたウェハの全体を示す平面図。

【図2】図1のウェハの拡大図を示す平面図。

【図3】図1の管理パターンの一例としての第1露光パターンの拡大平面図及び特性を示す図。

【図4】図1の管理パターンの一例としての第2露光パターンの拡大平面図及び特性を示す図。

【図5】図1の管理パターンの一例としての第3露光パターンの拡大平面図及び特性を示す図。

【図6】図1の管理パターンの一例としての第4露光パターンの拡大平面図及び特性を示す図。

【図7】図1の管理パターンの一例としての第5露光パターンの拡大平面図及び特性を示す図。

【図8】図5の第2露光パターン及び図6の第4露光パターンを露光した場合のロット毎の配線パターンの配線幅を示す図。

【図9】この発明の好ましい実施形態としての半導体装置の製造方法の一例を示すフローチャート。

【図10】フォーカスに対する配線幅の特性を示す図。

【図11】フォーカスに対する配線幅の特性を示す図。

【図12】従来の半導体装置の製造方法を示すフローチャート。

【図13】図12の露光方法により露光した場合のロット毎の配線幅を示す図。

【図14】フォーカスに対する配線幅の特性を示す図。

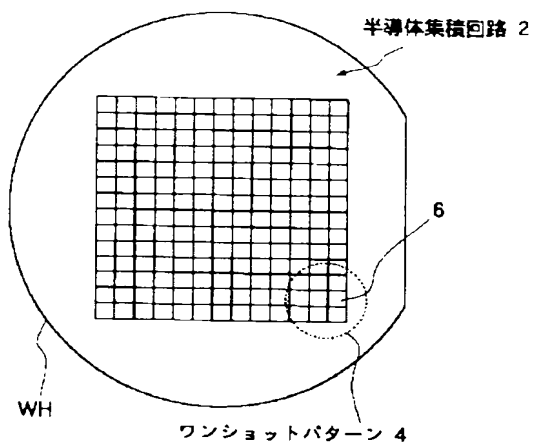
#### 【符号の説明】

1・・・管理パターン、16・・・第3管理パターン（第2露光管理パターン）、18・・・第4管理パターン（第1露光管理パターン）、ST1・・・ステップ（第1ステップ）、ST2・・・ステップ（第2ステップ）、ST3・・・ステップ（第3ステップ）、ST6・・・ステップ（第4ステップ）、ST8・・・ステップ（第5ステップ）、ST9・・・ステップ（第6ステップ）、ST10・・・ステップ（第5ステップ、第6ステップ）、W・・・配線幅、WH・・・ウェハ（半

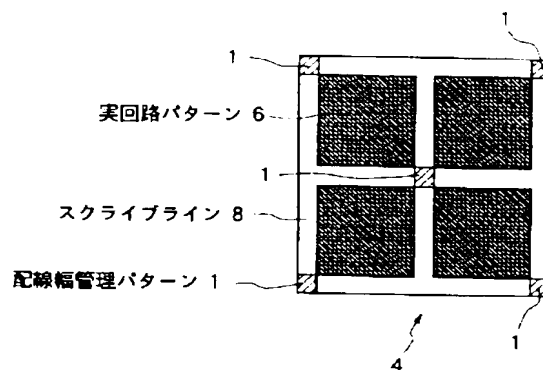


導体基板

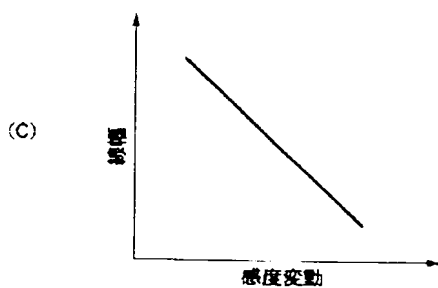
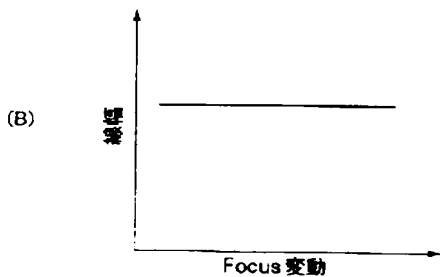
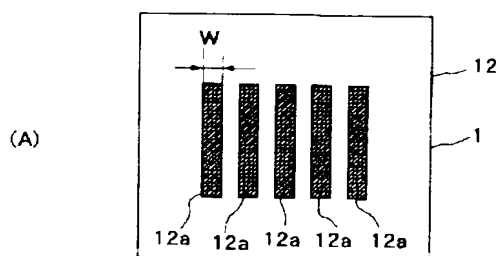
【図1】



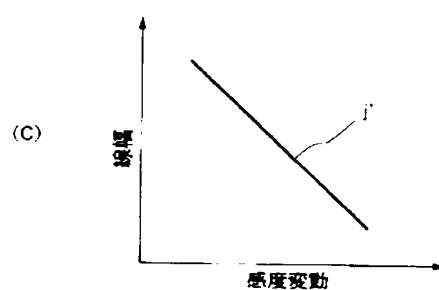
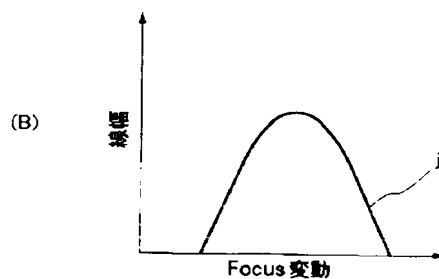
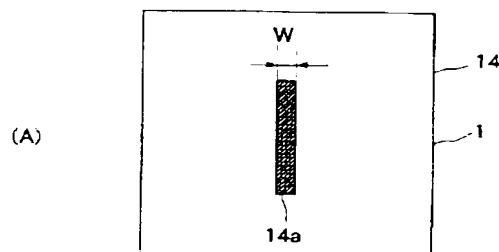
【図2】



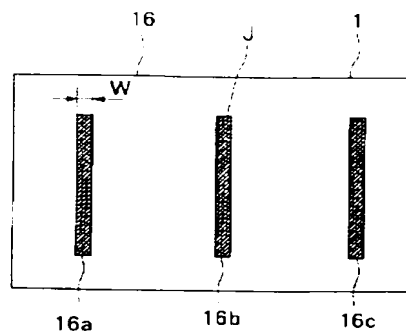
【図3】



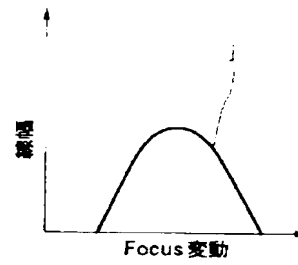
【図4】



【図5】

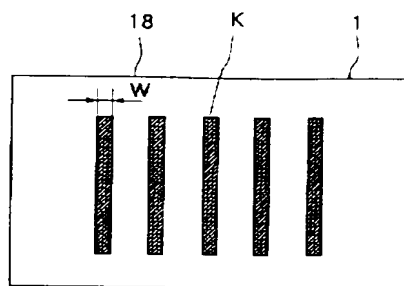


(A)

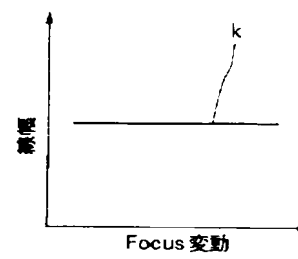


(B)

【図6】

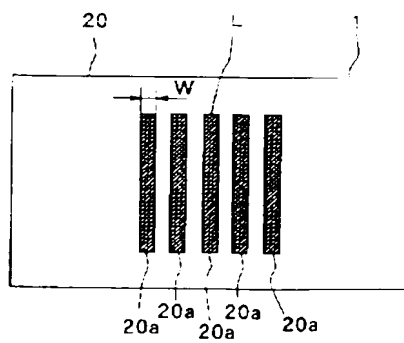


(A)

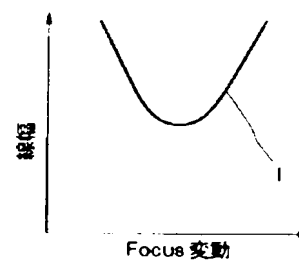


(B)

【図7】

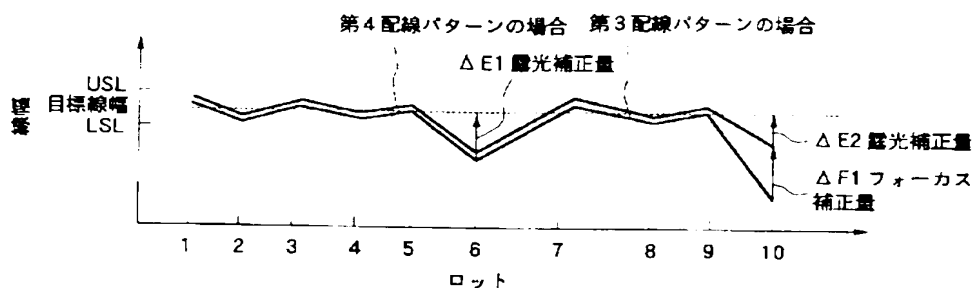


(A)

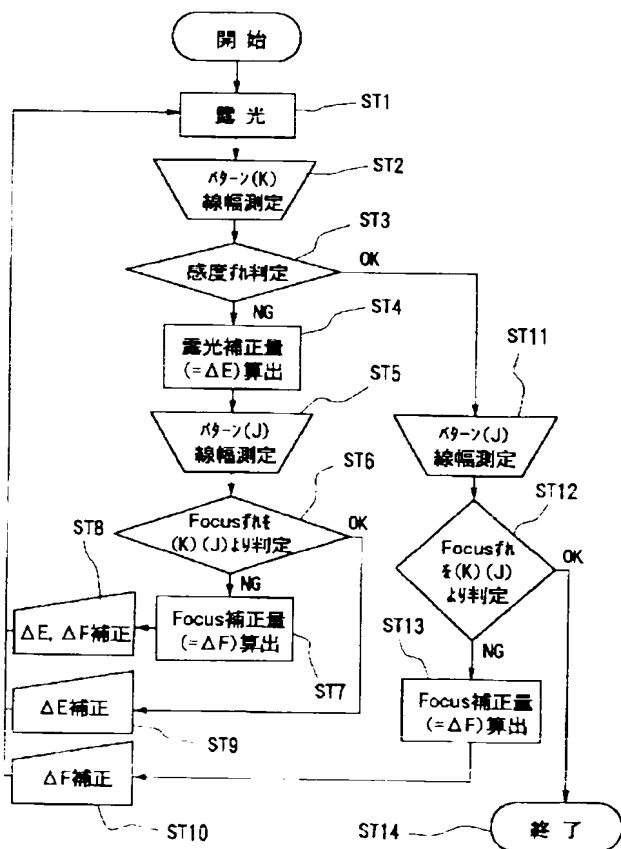


(B)

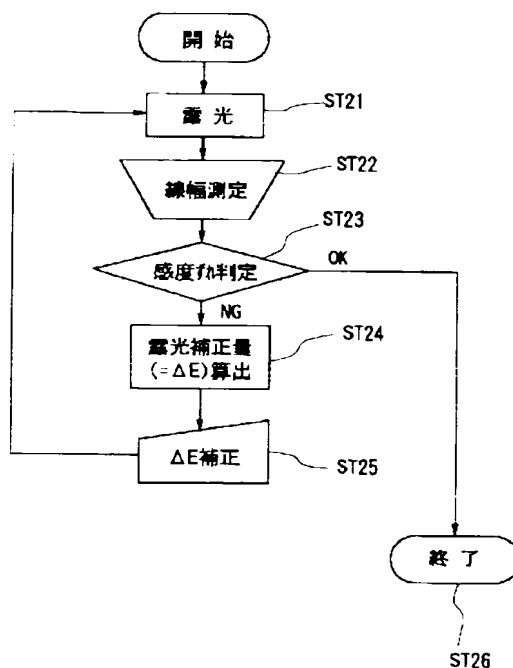
【図8】



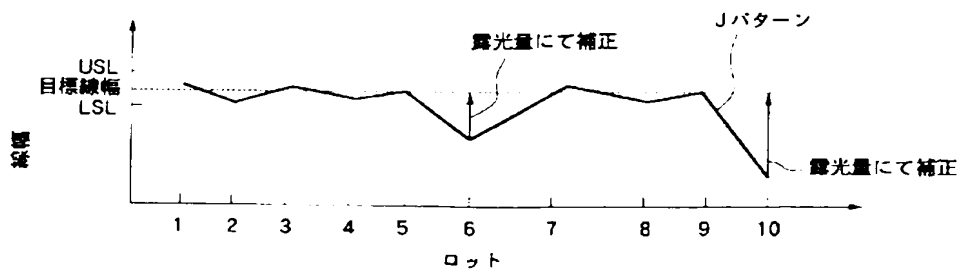
【図9】



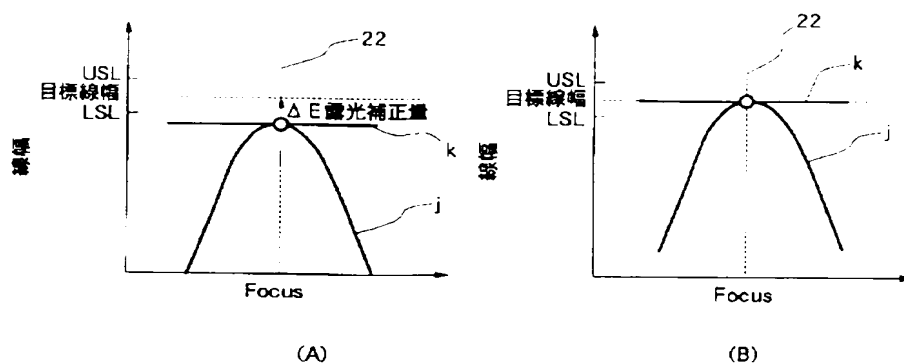
【図12】



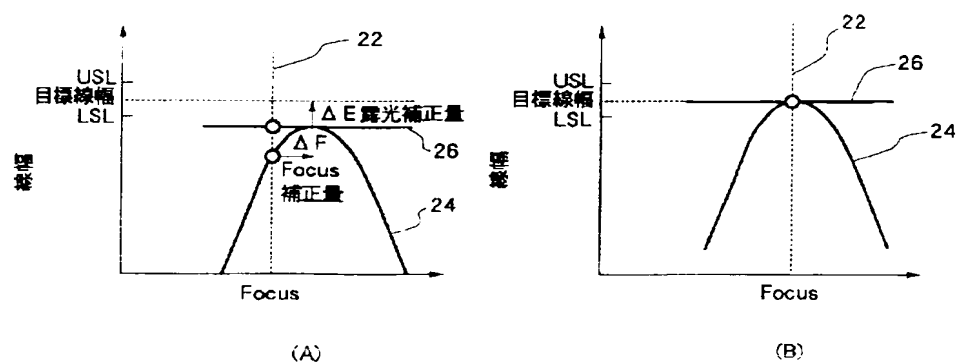
【図14】



【図10】



【図11】



【図13】

